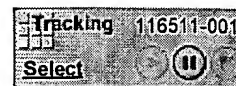


# DELPHION



RESEARCH

PRODUCTS

INSIDE DELPHION

Log Out Work Files Saved Searches

My Account

Search: Quick/Number Boolean Advanced Der

## Derwent Record

Err

View: [Expand Details](#) Go to: [Delphion Integrated View](#)

Tools: Add to Work File: [Create new Work](#)

Derwent Title: **Separation device for vacuum cleaner - has cyclone separator with upside down truncated cone defining whirl chamber with inlet opening at upper part and central first outlet which partially cleaned air exits**

Original Title: **EP0827710A2: Separation device for a vacuum cleaner**

Assignee: **ELECTROLUX AB** Standard company  
Other publications from [ELECTROLUX AB \(ELEX\)](#)...

Inventor: **KILSTROEM L; KILSTROM L;**

Accession/Update: **1998-147275 / 200234**

IPC Code: **A47L 5/00 ; A47L 7/00 ; A47L 9/16 ; A47L 9/24 ;**

Derwent Classes: **P28; X27;**

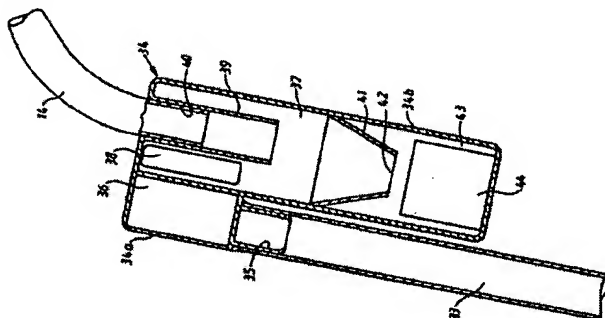
Manual Codes: **X27-D04(Vacuum cleaners)**

Derwent Abstract: (EP0827710A) The vacuum cleaner includes a cyclone separator. A vacuum source (11) communicates with a tube handle (14) which is connected to a nozzle (16) by means of a tube shaft (33). The tube handle communicating with a cyclone separator which has a whirl chamber (37) which is at least partially defined by an up-side-down truncated cone (41). The cyclone separator includes an inlet opening (38).

The inlet opening is located at an upper part of the whirl chamber. There is a central first outlet opening (39) for partially-cleaned air. The first outlet opening communicates with the vacuum source. A second outlet opening (42) separates particles positioned at a lower part of the whirl chamber. The second outlet opening communicates with a dust collecting container (43).

**Advantage** - Reduces tendency to tip over by reducing height of vacuum cleaner. Simplifies arrangement. Reduces chance that particles fall back into tube shaft.

Images:



Dwg.4/4

Family: PDF Patent Pub. Date Derwent Update Pages Language IPC Code

**EP0827710A2 \*** 1998-03-11 199814 6 English A47L 9/16

Des. States: (R) AL AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LT LU LV MC NL PT RO SE SI

Local appls.: [EP1997000850124](#) Filed:1997-08-19 (97EP-0850124)

```

*****
[✓] BR9715037A = 2001-07-03      200141      PT_BR      A47L 5/00
      Local appls.: BR1997000015037 Filed:1997-09-01 (97BR-0015037)
*****
[✓] ES2139432T3 = 2000-02-01      200013      Spanish      A47L 9/10
      Local appls.: Based on EP00827710 (EP 827710)
                      EP1997000850124 Filed:1997-08-19 (97EP-0850124)
*****
[✓] DE69700584E = 1999-11-11      199954      German      A47L 9/10
      Local appls.: Based on EP00827710 (EP 827710)
                      DE1997000600584 Filed:1997-08-19 (97DE-0600584)
                      EP1997000850124 Filed:1997-08-19 (97EP-0850124)
*****
[✓] EP0827710B1 = 1999-10-06      199946      7      English      A47L 9/10
      Des. States: (R) DE ES FR GB IT SE
      Local appls.:
*****
[✓] US5950274 = 1999-09-14      199944      6      English      A47L 7/00
      Local appls.: US1997000910763 Filed:1997-08-13 (97US-0910763)
*****
[✓] SE0509696C2 = 1999-02-22      199914      SV_SV      A47L 9/16
      Local appls.: SE1996000003212 Filed:1996-09-04 (96SE-0003212)
*****
[✓] CN1179935A = 1998-04-29      200234      English      A47L 9/16
      Local appls.: CN1997000117920 Filed:1997-09-02 (97CN-0117920)
*****
[✓] JP10085159A = 1998-04-07      199824      5      English      A47L 9/16
      Local appls.: JP1997000239963 Filed:1997-09-04 (97JP-0239963)
*****
[✓] SE9603212A = 1998-03-05      199820      SV_SV      A47L 9/16
      Local appls.: SE1996000003212 Filed:1996-09-04 (96SE-0003212)
*****

```

? INPADOC  
Legal Status:

? First Claim:  
[Show all claims](#)

[Show legal status actions](#)

1. A vacuum cleaner comprising a cyclone separator, a vacuum source (11) communicating with a tube handle (14), said tube handle being connected to a nozzle (16) by means of a tube shaft (15, 33), the tube handle (14) communicating with a cyclone separator, **characterized in** that said cyclone separator includes a whirl chamber (24, 37) which is at least partially defined by an up-side-down truncated cone (18b, 41), said cyclone separator comprising:

- an inlet opening (23, 38), said inlet opening being located at an upper part of the whirl chamber (24, 37);
- a central first outlet opening (31, 39) for partially-cleaned air, said first outlet opening communicating with the vacuum source;
- a second outlet opening (22, 42) for separated particles disposed at a lower part of the whirl chamber, said second outlet opening communicating with a dust collecting container (26, 43).

? Priority Number:

Application Number	Filed	Original Title
SE1996000003212	1996-09-04	Separationsanordning för en dammsugare

? Title Terms: SEPARATE DEVICE VACUUM CLEAN CYCLONE SEPARATE UPSIDE DOWN

TRUNCATE CONE DEFINE WHIRL CHAMBER INLET OPEN UPPER PART  
CENTRAL FIRST OUTLET CLEAN AIR EXIT

[Pricing](#) [Current charges](#)

<b>Derwent Searches:</b>	<a href="#">Boolean</a>   <a href="#">Accession/Number</a>   <a href="#">Advanced</a>
--------------------------	---

Data copyright Thomson Derwent 2003



Copyright © 1997-2006 The Thor

[Subscriptions](#) | [Web Seminars](#) | [Privacy](#) | [Terms & Conditions](#) | [Site Map](#) | [Contact U](#)



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

97 EP 0 827 710 B 1

10 DE 697 00 584 T 2

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
A 47 L 9/16  
A 47 L 9/24

- 21 Deutsches Aktenzeichen: 697 00 584.4  
96 Europäisches Aktenzeichen: 97 850 124.5  
96 Europäischer Anmeldetag: 19. 8. 1997  
97 Erstveröffentlichung durch das EPA: 11. 3. 1998  
97 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 6. 10. 1999  
47 Veröffentlichungstag im Patentblatt: 27. 4. 2000

DE 697 00 584 T 2

- 30 Unionspriorität:  
9603212 04. 09. 1996 SE
- 73 Patentinhaber:  
Aktiebolaget Electrolux, Stockholm, SE
- 74 Vertreter:  
Herrmann-Trentepohl und Kollegen, 81476  
München
- 84 Benannte Vertragsstaaten:  
DE, ES, FR, GB, IT, SE

- 72 Erfinder:  
Kilström, Lars, 183 55 Täby, SE

- 54 Trennvorrichtung für Staubsauger

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 697 00 584 T 2

08.11.99

EP 97850124.5  
Aktiebolaget Electrolux

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Staubsaugervorrichtung, umfassend eine Saugluftquelle, welche mit einem rohrförmigen Handstück in Verbindung steht, wobei das rohrförmige Handstück über einen rohrförmigen Schaft und einen Wirbelabscheider mit einer Düse verbunden ist.

Staubsauger des vorerwähnten allgemeinen Typs, sogenannte Behälter-Staubsauger, sind allgemein bekannt. Diese Staubsauger umfassen ein Staubsaugergehäuse mit einer Saugluftquelle, gewöhnlich einer Gebläseeinheit, und einem Staubbehälter oder -beutel.

Die Staubpartikel, welche in der Luft enthalten sind, und durch die Düse gesaugt werden, strömen durch den rohrförmigen Schaft, das rohrförmige Handstück und den Schlauch in den luftdurchlässigen Staubbeutel, in welchem die Partikel gesammelt werden, bevor die gefilterte Luft weiter durch die Gebläseeinheit in die Atmosphäre strömt.

Es ist bekannt, Trennvorrichtungen für Behälter-Staubsauger zu verwenden, um größere Staubpartikel abzuscheiden, bevor sie den Staubbehälter erreichen. Eine solche Vorrichtung ist in DE-A-2946572 beschrieben. Diese Veröffentlichung beschreibt einen Behälter-Staubsauger, in welchem der Wirbelabscheider direkt im Staubsaugergehäuse angeordnet ist. Der Auslaß des Abscheiders ist mit dem Staubbehälter verbunden, während der Staubsaugerschlauch mit dem Abscheider verbunden ist. Die Position des Abscheiders hat jedoch bestimmte Nachteile, weil sie die Gesamthöhe des Staubsaugergehäuses vergrößert, was dazu führt, daß die Spanningskräfte, welche im Schlauch ständig auftreten, wenn das Staubsaugergehäuse auf dem Fußboden bewegt wird, in der hohen Lage auf den Staubsauger übertragen werden, und dadurch werden unerwünschte Drehmomente auf die Trennvorrichtung und den Staubsauger ausgeübt. Dadurch muß die Befestigungseinrichtung der Trennvorrichtung so gestaltet werden, daß sie diesen Momenten und Kräften standhält. Die hohe Lage, in welcher die Kräfte wirken, bringt es auch mit sich, daß der Staubsauger zum Umkippen neigt, wenn er seitwärts bewegt wird.

Es ist außerdem bekannt, Wirbelabscheider in sogenannten Vertikalstaubsaugern zu verwenden. Siehe hierzu z. B. EP-A-489565. Vertikalstaubsauger sind jedoch ganz anders konstruiert als Behälter-Staubsauger, weil die Düse und das Staubsaugergehäuse eine einzige untrennbare Einheit bilden, in welcher auch der Wirbelabscheider angeordnet ist.

US-Patent Nr. 5 350 432 beschreibt weiterhin einen Behälter-Staubsauger mit einem rohrförmigen Schaft, in welchem die Luft während der Aufwärtsbewegung im Schaft zirkuliert wird. Die zirkulierende Strömung wird durch ein Element bewirkt, welches mit abgewinkelten Leitschaufeln versehen und im rohrförmigen Schaft angeordnet ist. Eine Staubsammelkammer, die mit dem rohrförmigen Schaft durch eine kleine Öffnung mit einem Trennelement verbunden ist, ist am oberen Ende des Schaftes angeordnet. Die Anordnung nach dem '432 ist kompliziert und, weil der rohrförmige Schaft hauptsächlich nach oben gerichtet ist, ergibt sich während des Gebrauches die Gefahr, daß Partikel, welche in den rohrförmigen Schaft angesaugt wurden, nicht bis zur Öffnung der Sammelkammer angehoben werden, sondern in den Schaft zurückfallen.

Saugreinigungsvorrichtungen, welche mit Wirbelvorrichtungen versehen sind, um ölige Späne von Zerspanungs- und Zerkleinerungsvorgängen aufzunehmen, sind ebenfalls bekannt, siehe z. B. GB-A-2035787, aber diese Vorrichtungen sind für gewöhnliche Staubsauger ungeeignet.

Wirbelstaubsammler sind ebenfalls bekannt, siehe z. B. JP-A-5104033, aber diese Art einer Vorrichtung ist ebenfalls nicht für den gewöhnlichen Staubsaugbetrieb geschaffen worden.

Die vorliegende Erfindung schafft einen einfachen und effektiven Wirbelabscheider für einen Staubsauger des Behältertyps, in welchem der Abscheider so angeordnet ist, daß die vorerwähnten Nachteile minimiert oder beseitigt werden.

Dies wird durch eine Anordnung erreicht, wie sie in den unabhängigen Patentansprüchen 1 und 2 beschrieben ist.

Der abhängige Patentanspruch beschreibt eine besondere Ausführungsform des un den unabhängigen Ansprüchen definierten Staubsaugers.

Diese und weitere Merkmale der Erfindung sollen durch die folgende Beschreibung unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen näher erläutert werden.

Fig. 1 zeigt schematisch einen Staubsauger mit einer erfindungsgemäßen Trennvorrichtung;

Fig. 2 ist ein senkrechter Schnitt durch die Trennvorrichtung;

Fig. 3 ist ein Schnitt in etwas größerem Maßstab entlang der Schnittlinie III-III in Fig. 2; und

Fig. 4 ist ein senkrechter Schnitt durch eine alternative Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

In Fig. 1 ist ein erfindungsgemäßer Staubsauger erkennbar, welcher ein Gehäuse 10 mit einer Motor-Gebläseeinheit 11 und einem Staubbehälter 12, vorzugsweise einem Staubbeutel aus luftdurchlässigem Material umfaßt. Das Gehäuse ist mittels eines Schlauches 13 mit einem rohrförmigen Handstück 14 verbunden, welches mit dem oberen Abschnitt eines rohrförmigen Schaftes 15 verbunden ist. Der untere Abschnitt des rohrförmigen Schaftes 15 ist mit einer konventionellen Staubsaugerdüse 16 verbunden.

Wie aus den Fig. 2 und 3 hervorgeht, umfaßt der rohrförmige Schaft 15 ein äußeres rohrförmiges Teil 17 und ein Einsatzstück 18. Das Einsatzstück 18 ist vom äußeren Teil 17 so beabstandet, daß ein erster, im wesentlichen kreisförmiger Kanal 19 zwischen dem Einsatzstück und dem Außenteil 17 gebildet wird. Der Kanal 19 ist ebenfalls jeweils durch eine obere und eine untere Trennwand 20 und 21 begrenzt.

Das Einsatzstück 18 umfaßt einen oberen, im wesentlichen zylindrischen Teil 18a und einen unteren Teil 18b, welcher als ein sich von oben nach unten verengender Konus mit einer nach unten gerichteten Öffnung 22 geformt ist. Der obere Teil 18a des Einsatzstückes 18 besitzt eine Einlaßöffnung 23 zu einer Wirbelkammer 24, die durch das Einsatzstück gebildet wird. Die Einlaßöffnung 23 ist mit dem ersten Kanal 19 über einen gekrümmten Wandbereich 25 ver-

bunden, welcher dem Luftstrom in die Wirbelkammer 24 eine im wesentlichen tangential gerichtete Bewegung verleiht.

Die Öffnung 22 ist oberhalb einer Sammelkammer 26 angeordnet, welche durch ein Bodenteil 27 des rohrförmigen Teiles 17 gebildet wird. Das Bodenteil 27 kann von dem rohrförmigen Teil 17 entfernt werden, um die Kammer 26 zu leeren.

Der erste Kanal 19 ist durch einen zweiten Kanal 28 mit dem Einlaß des rohrförmigen Schaftes verbunden, welcher mit der Düse 16 gekoppelt ist.

Die obere Trennwand 20 setzt sich radial nach innen in einem Wandbereich 29 fort, welcher teilweise das Einsatzstück 18 abdeckt. Der Wandbereich 29 besitzt eine mittige Öffnung 30, von welcher sich eine Hülse 31 nach unten in die Wirbelkammer 24 erstreckt. Die Öffnung 30 steht in Verbindung mit einem oberen Anschlußrohr 32, mit welchem das rohrförmige Handstück 14 verbunden ist.

Die Vorrichtung arbeitet in folgender Weise: Die mit Staub und Schmutzpartikeln beladene Luft wird durch die Gebläseeinheit 11 in die Düse 16 gezogen und strömt durch den Kanal 28, den Kanal 19 und durch die Öffnung 23 tangential in die Wirbelkammer 24. Infolge der Zentrifugalkraft werden die Staubpartikel nach außen zur inneren Umfangswand des Einsatzstückes 18 getragen und infolge der Schwerkraft fallen sie gleichzeitig durch die Öffnung 22 sukzessive nach unten und werden in der Kammer 26 gesammelt. Die teilweise gereinigte Luft strömt über eine Hülse 31 aus der Wirbelkammer 24 heraus und dann durch das Verbindungsrohr 32, das rohrförmige Handstück 14 und den Schlauch 13 nach oben in den Staubbehälter 12. Die feineren Partikel werden im Staubbehälter 12 abgetrennt, bevor die Luft durch die Gebläseeinheit 11 in die Atmosphäre ausströmt.

In einer in Fig. 4 dargestellten alternativen Ausführungsform wird ein konventioneller rohrförmiger Schaft 33 verwendet. Ein Gehäuse 34 ist zwischen dem rohrförmigen Schaft 33 und dem rohrförmigen Handstück 14 angeordnet. Das Gehäuse 34 ist mit dem rohrförmigen Schaft 33 über eine erste Rohrkupplung 35 und mit dem rohrförmigen Handstück 14 über eine zweite Rohrkupplung 40 verbunden.



Das Gehäuse 34 umfaßt einen oberen Bereich 34a und einen unteren Bereich 34b. Der obere Bereich 34a umschließt einen Kanal 36, welcher mit der ersten Rohrkupplung 35 verbunden ist. Der Kanal 36 ist auch mit einer Wirbelkammer 37 verbunden, welche Teil eines Wirbelabscheiders ist, und welche, wie dargestellt, teilweise durch einen hauptsächlich zylinderförmigen Wandbereich begrenzt wird. Der zylinderförmige Wandbereich besitzt eine Öffnung 38, welche so gestaltet und angeordnet ist, daß der Luftstrom vom Kanal 36 tangential in die Wirbelkammer 37 eintritt.

Die Wirbelkammer 37 umfaßt ein Auslaßrohr 39, welches in die zweite Rohrkupplung 40 mündet, mit welcher das rohrförmige Handstück 14 verbunden ist. Das Auslaßrohr 39 ist nahe der oder in der Mitte der Wirbelkammer so angeordnet, daß eine Achse des Auslaßrohres 39 im wesentlichen parallel zu einer Achse der Wirbelkammer 37 verläuft.

Der untere Bereich 34b des Gehäuses 34 umfaßt ein Einsatzstück 41, welches als ein sich von oben nach unten verengender Konus mit einer unteren Öffnung 42 geformt ist. Die Wirbelkammer 37 steht mit einem Sammelbehälter 43 über die Öffnung 42 in Verbindung. Die abgeschiedenen Partikel fallen durch die Öffnung 42 hindurch und werden in dem Behälter 43 gesammelt. Der Sammelbehälter 43 besitzt an seinem Boden eine Entleerungsöffnung, welche normalerweise durch eine Abdeckung 44 verschlossen ist.

In der in Fig. 4 dargestellten alternativen Ausführungsform wird die mit Staub und Schmutzpartikeln beladene Luft durch den rohrförmigen Schaft 33, den Kanal 36 und die Öffnung 38 gezogen und tangential in die Wirbelkammer 37 eingeführt. Die Luft rotiert in der Wirbelkammer 37, wodurch die Schmutzpartikel nach außen zur Peripherie getragen werden. Gleichzeitig fallen die Schmutzpartikel durch die Öffnung 42 nach unten und werden auf dem Boden des Behälters 43 gesammelt. Die teilweise gereinigte Luft strömt von der Wirbelkammer 37 durch das Auslaßrohr 39, die zweite Rohrkupplung 40 heraus in das rohrförmige Handstück 14. Die Luft strömt weiter durch das rohrförmige Handstück 14 und den Schlauch 13 zum Staubbeutel 12, welcher im Staubsaugergehäuse 10 angeordnet ist. Die gefilterte Luft aus dem Staubbeutel 12 tritt über die Gebläseeinheit 11 (Fig. 1) in die Atmosphäre aus.

00.11.99

Es wird darauf hingewiesen, daß die Erfindung auch für Staubsaugertypen verwendet werden kann, welche in den letzten Jahren entwickelt wurden, und bei welchen das rohrförmige Handstück eine handgeführte Einheit darstellt, welche sowohl einen Staubbeutel als auch die Gebläseeinheit umfaßt, und welche durch einen rohrförmigen Schaft mit einer Düse verbunden ist.

EP 97850124.5  
Aktiebolaget Electrolux

### Patentansprüche

1. Staubsaugervorrichtung, umfassend eine Saugluftquelle (11), welche mit einem rohrförmigen Handstück (14) in Verbindung steht, wobei das rohrförmige Handstück über einen rohrförmigen Schaft (33) und einen Wirbelabscheider mit einer Düse (16) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Wirbelabscheider eine Wirbelkammer (37) besitzt, welche einen sich von oben nach unten verengenden Konus (41) und einen im wesentlichen zylindrischen Wandabschnitt aufweist, und daß der Abscheider weiterhin umfaßt:  
eine Einlaßöffnung (38), welche in einem oberen Bereich der Wirbelkammer (37) so angeordnet ist, daß der Luftstrom im wesentlichen tangential in die Wirbelkammer eintritt;  
eine zentrale erste Auslaßöffnung (39) für teilweise gereinigte Luft, wobei die erste Auslaßöffnung mit der Saugluftquelle verbunden ist;  
eine zweite Auslaßöffnung (42) für abgeschiedene Partikel, welche in einem unteren Bereich der Wirbelkammer angeordnet ist, wobei die zweite Auslaßöffnung mit einem Staubsammelbehälter (43) verbunden ist;  
wobei der Wirbelabscheider von einem Gehäuse (34) umschlossen ist, welches eine erste Rohrkupplung (35) und eine zweite Rohrkupplung (40) umfaßt, wobei die erste Rohrkupplung mit dem rohrförmigen Schaft (33) und die zweite Rohrkupplung (40) mit dem rohrförmigen Handstück (14) verbunden ist;  
wobei das Gehäuse (34) einen Kanal (36) besitzt, welcher die erste Rohrkupplung (35) mit der Wirbelkammer (37) verbindet;  
wobei die erste Auslaßöffnung (39) als Hülse geformt ist, welche eine Achse besitzt, die im wesentlichen parallel zur Achse des zylindrischen Wandabschnittes verläuft, wobei die Hülse mit der zweiten Rohrkupplung (40) verbunden ist.
2. Staubsaugervorrichtung, umfassend eine Saugluftquelle (11), welche mit einem rohrförmigen Handstück (14) in Verbindung steht, wobei das rohrförmige Handstück über einen rohrförmigen Schaft (15), welcher mit einem

- Wirbelabscheider versehen ist, mit einer Düse (16) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Wirbelabscheider eine Wirbelkammer (24) besitzt, welche einen sich von oben nach unten verengenden Konus (18b) und einen im wesentlichen zylindrischen Wandabschnitt aufweist, und daß der Abscheider weiterhin umfaßt:
- eine Einlaßöffnung (23), welche in einem oberen Bereich der Wirbelkammer (24) so angeordnet ist, daß die Luft im wesentlichen tangential in die Wirbelkammer strömt;
  - eine zentrale erste Auslaßöffnung (31) für teilweise gereinigte Luft, wobei die erste Auslaßöffnung mit der Saugluftquelle verbunden ist;
  - eine zweite Auslaßöffnung (22) für abgeschiedene Partikel, welche in einem unteren Bereich der Wirbelkammer angeordnet ist, wobei die zweite Auslaßöffnung mit einem Staubsammelbehälter (26) verbunden ist;
  - wobei die Einlaßöffnung (23) über einen Kanal (19) mit einem Verbindungsrohr, welches im unteren Bereich des rohrförmigen Schaftes angeordnet ist, verbunden ist;
  - wobei die erste Auslaßöffnung (31) als eine Hülse ausgebildet ist, welche eine Achse besitzt, die im wesentlichen parallel zu einer Achse des zylindrischen Wandbereiches verläuft, und die Hülse mit einem Rohrverbinder (32) des rohrförmigen Handstückes (14) verbunden ist.
3. **Staubsaugervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß** das rohrförmige Handstück (14) mit der Saugluftquelle über einen Schlauch (13) verbunden ist.



08.11.99

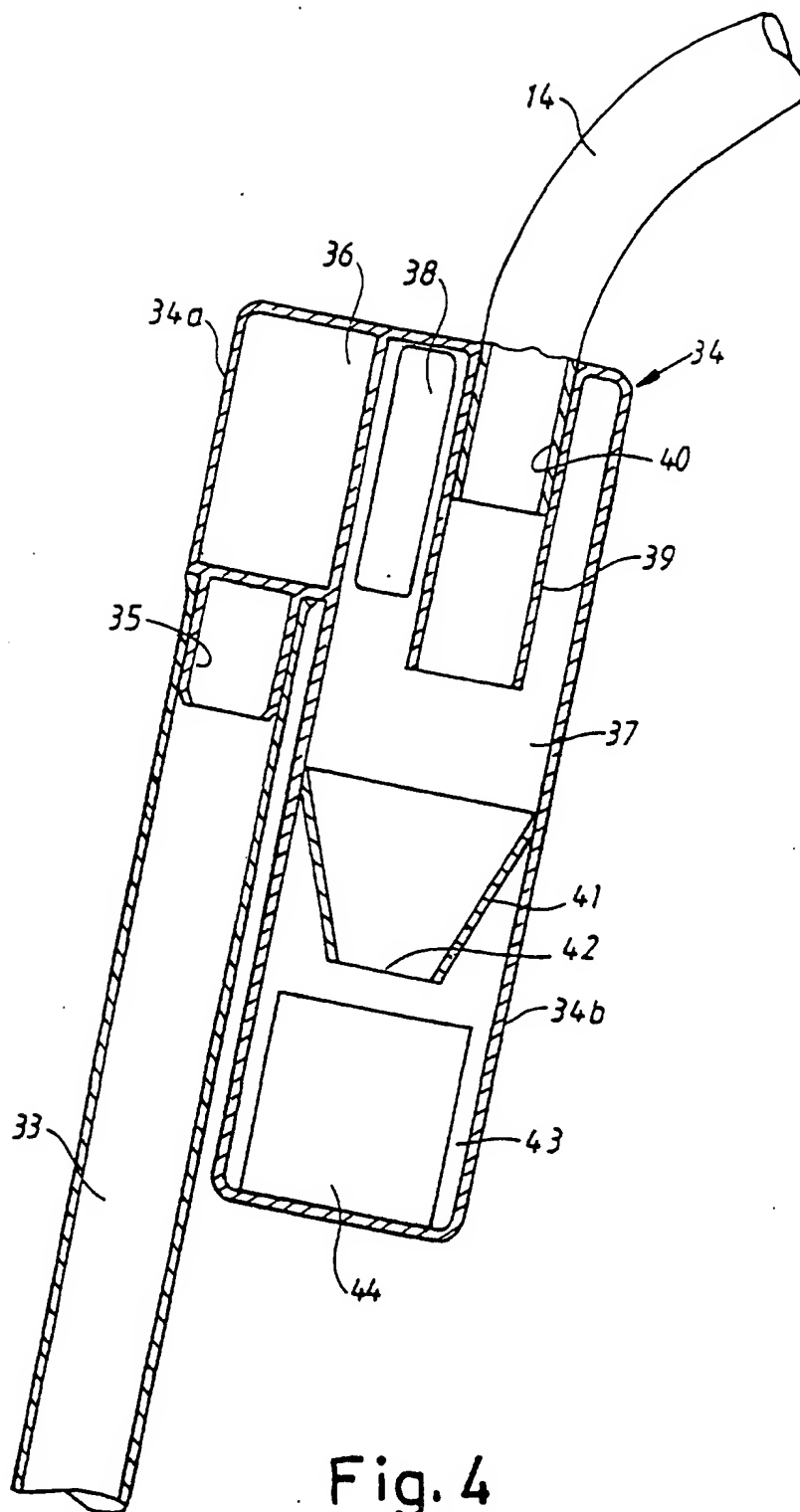


Fig. 4